早稲田商学第 428 号
２０１１年３月

狩猟から農耕社会への移行と拡大：

「協業と社会的資本」によるマクロ動学的考察*

清　水　弘　幸†
高　瀬　浩　一‡

概要

人類は原始から農耕，農耕から産業社会を経て，現在に至ったといわれている。その最初の移行期には，人々は常に生存を脅かされながら，農耕による食糧増産を実現しようとしていたのではないだろうか。この論文では，標準的な新古典派マクロ動学モデルを用いて，そのような状況の説明を試みる。ただし，当時の代表的個人の最適化は，現在とはかなり異なっているはずである。一生の終了時期は未定であるとしても，生産量は非常に低く，かつ不安定であり，現実には次の期まで生き延びる保証は全くない。さらに，将来の消費に対する選好が低く，割引率が非常に高いはずである。また，農耕生産を拡大するには，暗黙の条件として集団的協業の進展が不可欠であろう。そのためには，個人間に信頼関係が培われなければならず，何らかの社会的資本の蓄積が必要となる。この論文では，このような特徴を捉えたマクロ動学モデルを提案する。

1．はじめに

現在の日本では大病を患っている人以外，ほとんどの人々は数年先までは生存しているという前提で生活しているのではないだろうか。平均すると，人々は長い年月，つまり，何十年先をも見据えて，経済活動（労働，消費，貯蓄など）に勤しんでいるようである。先進国である豊かな日本において，個人は自

身の生存についてはあまり心配しておらず，国家も最低限の生活を憲法上保障している。

それでは，人類の創世記まで遡って考えてみると，人々はどのような状況の下で，経済生活を行っていたのだろうか。もちろん，正確かつ詳細な資料などがあり得ない時代なので，今分かる範囲の知見から類推するしかない。常識的な理解として，原始社会では人々は個人や家族単位で狩猟をしながら移動生活し，焼畑による簡単な耕作も始めていたかもしれない。人々は常に飢えと戦っており，その日その日の生存を目的に生活していただろう。

稲作などの本格的な農業が始まり，狩猟から農耕社会へ移行して，人々の生活は激変する。多くは定住するようになり，家族単位から村，そしてもっと大きな共同体を形作るようになる。それに伴って，鋤や鍬のような農具を使い出し，水車や灌漑を整備するようになり，住人全員が参加する協業が実現することにより，生産規模が徐々に拡大していく。それでも，特に移行初期には，生産技術も未熟で，天候にも左右されて，食糧生産は決して十分でなく，かつ，安定せず，人々は１年先の生存すら確信を持てずにいたものと思われる。

さて，標準的なマクロ動学理論としては，代表的個人の無期限動学最適化による新古典派マクロモデルが挙げられる。当然ながら，個人が自身の長期的な生存を確信した上で，無期限先までの経済活動を決定するのが，暗黙のルールとなっている。よって，このモデルは現代の日本には比較的良く当てはまるかもしれないが，原始から農耕社会への移行期には，かなり無理がありそうである。

この論文では，上記のマクロモデルを応用することにより，このような移行期の説明ができないか，その可能性を幅広く探ってみることにする。通常，現在と移行期の経済を説明するモデルが全く異なるものであったとしても，主要な研究課題が異なっており，また，実際，何千年の差もあるわけだから，許容されるかもしれない。ただし，どの社会もおそらく，このような移行期には人

類共通の発展段階を経てきていると想像できるため，できるだけ同じ設定のマクロモデルで説明できれば，それに勝ることはないはずである。

この論文の第２章以降の構成は以下のとおりである。第２章では，典型的な新古典派マクロ動学モデルとして，代表的な個人による離散時間における無期限動的最適化問題を紹介する。そして，狩猟から農耕への移行期における計画期間や割引率の特徴と，そのモデル上の限界を説明する。第３章では，代表的個人でなく計画期間あるいは割引率が異なる個人によるモデルを想定して，その可能性を吟味する。その後，代表的個人が最適化問題を解くタイミングに注目し，割引率や計画期間の変化を最適動学経路に反映させる例を紹介する。第４章で，前節の例を社会的資本の観点から議論し，第５章で，簡単な結論となる。

２．基準となるモデル

2. 1.　新古典派マクロ経済モデル

ベースとなる標準的な新古典派モデルを紹介する。離散時間における代表的個人による無期限最適化問題の目的関数（U）は以下の形で与えられる。また，簡単化のため価格は１とし，消費は１財とする。

$$U\left(\{C_t\}_{t=0}^{\infty}\right) = \sum_{t=0}^{\infty} u(C_t)\exp[-\delta t] \qquad [1]$$

u は効用関数，C は消費，δ は割引率[(1)]を表す。また，u は消費に関して同次関数で二回連続微分可能であり，$u' > 0$, $u'' < 0$, $\lim_{C_t \to 0} u(C_t) = \infty$, $\lim_{C_t \to \infty} u(C_t) = 0$ とする。

制約条件は $C_t + K_{t+1} = F(K_t, L_t)$ であり，K は物的資本（混同しない場合，単に資本と呼ぶ），L は労働，F は生産関数を表す。F は１次同次であり，$c \equiv C/L$, $k \equiv K/L$, $f \equiv F(k, 1)$ とすれば，制約条件は次の形で表される。

$$c_t + k_{t+1} = f(k_t) \tag{2}$$

ここで，$f' > 0, f'' < 0$となり，$f(0) = 0, \lim_{k_0 \to 0} f'(k_0) = \infty, \lim_{k_0 \to \infty} f'(k_0) = 0$とする。よって，新古典派成長問題は，初期資本を k_t として c_t で規約された [1] を [2] の下で最大化する問題【P1】として定義される。

【P1】
$$\max U = \sum_{t=0}^{\infty} u(c_t)\exp[-\delta t] \quad s.t. \quad c_t + k_{t+1} = f(k_t),\ k_0 \geq 0 : \text{given}$$

すると，【P1】に関する既知の命題として，ベルマン方程式は一意的で連続かつ有界な解をもつ。図 1 にあるように，導出される最適資本経路，つまり政策関数 $h(k_t) = k_{t+1}$は連続かつ単調増加となり，定常状態（$k^* > 0$）が一意的に定まる（Stokey and Lucas with Prescott（1989）等）。

2. 2.　有限モデル

おそらく，一番単純な方法は最適化問題の計画期間を有限にして分析するこ

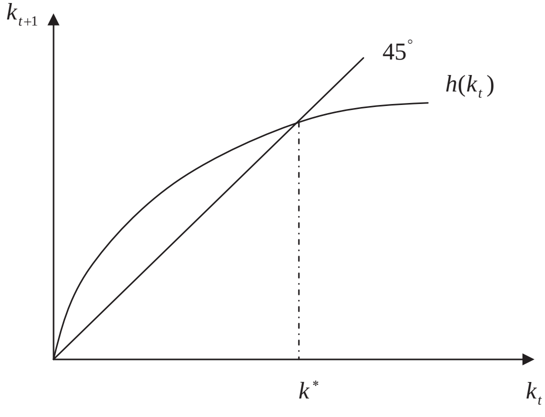

図 1 .

とであろう。例えば，狩猟社会においては，個人は１期問題を毎期解き，農耕社会に移行後は２期から３期へと期を増やしていくような方法である。この方法は当時の人々の生活様式などを想像しても，かなり有望な方法のように思われる。つまり，計画期間を有限の自然数 T とすると，以下の問題【P2】として表すことができる。

【P2】

$$\max U = \sum_{t=0}^{T} u(c_t)\exp[-\delta t] \quad s.t. \;\; c_t + k_{t+1} = f(k_t),\, k_0 \geq 0 : \text{given}$$

狩猟社会では $T=1$とし，毎期の解は $c_1 = f(k_0)$ かつ $k_{t+1}=0$となる。人々が狩猟採集で生きている場合は１期しか生きられないとして，生産したものを全て消費しても問題はない。資本はほとんどなくても，文字通り，生き残ればこのやり方を繰り返すのである。もちろん，毎期貯蓄を全くしないと，次期の資本量も生産量もゼロとなってしまい，人類は死に絶えてしまう。よって，狩猟社会では資本が全く無くても生産可能として，$\lim_{k_0 \to 0} f(k_0) = \underline{c}$ のようにする。すると，人々は木の実を採集したり，野生動物を捕えたりして，毎期労働のみで生存限界レベル ($\underline{c} \geq 0$) の生産を行い，その全てを消費する。

一方，農耕社会に入ると，最初 $T=2$として【P2】を解き，２期後に今度は $T=3$として解く，というように最終期直後に新たな問題を設定し，その問題を繰り返し解くやり方である。その過程で，最終期（T）が外生的に増加し，最終的に無限に収束すれば，結果として新古典派モデルと等しくなるという目論みである。基本的に【P1】と同様に，これら一連の問題には唯一の解の存在が保証されている。そして，各期の消費は正常財であるため，T が少しでも伸びれば，その後の貯蓄は以前と比べて一様に（厳密には，各期の貯蓄は同じかそれ以上に）増加する。よって，得られる政策関数（h）による資本レベルは一様に高くなり，各計画期全体の効用レベル（U）は明らかに増加していく。

残念ながら，このやり方には根本的な欠陥がある。農耕社会において，着実

な経済発展は実現しないのである。狩猟社会から移行して，稲作などの農耕生産を前提とする場合，やはり，資本の蓄積を想定せざるをえない。このやり方では，２期問題では２期後に，３期問題では３期後に，資本を含めた生産を全て消費することになるので，最終期にはいつも狩猟社会に逆戻りしてしまうのである。計画期間が相当長くなれば，特に初期には高い経済成長が達成されるはずだが，最終期には全ての資本を使い果たすことになる。高い生産が長時間維持されたのに，自ら狩猟社会に敢えて逆戻りするとは考えにくい。つまり，計画期間が有限である代表的個人による新古典派モデルでは，当たり前ではあるが，資本蓄積による経済発展は実現できないことになる。

それでは，個人により最終期が異なるようなモデルを考えてみよう。例えば，$\sum_{i}^{I} N_i = 1$のように，他の状況は全く同じで，Tの長さに差のある個人のタイプ（i）が複数存在する場合（T_i for i）である。狩猟社会では，各個人は事実上家族単位で暮らし，T_iは全て１とする。一方，農耕社会では，最終期が１期からある有限の期（T_I）まで，複数のタイプの個人が存在する。最終期を迎えた個人は全て消費するが，狩猟社会に戻ることなく，他の最終期を迎えていない個人のもとで労働者として働くとする。すると，残った資本（農地を含む）は最終期を迎えていない人が引き継ぐなどして，結局，最終期の一番長い人々（T_I）が領主となり全ての土地を所有することになる。家族単位から村落，そして，領主を中心とする共同体へと，農耕社会の進展をうまく説明しているようだが，やはり，根本的な欠陥は解決されていない。つまり，その領主も計画期間が有限では，最終期に全て消費してしまう。よって，最終期を無限とするような個人が存在しない限り，農耕社会の発展段階は実現できないのである(2)。

ということは，農耕社会に入り，最終期を無限とする個人が少なくとも１人出てくると仮定するのはどうだろう。狩猟社会では皆その日暮らしの生活をしているのに，農耕社会に入った途端，人々が急に計画的になり，有限先の将来

を考えるようになること自体，不自然である。その上，無限先まで計画する個人が出てくるのは，かなり強引な仮定と言わざるを得ない。

そこで今度は，個人の最終期がそれ以前の消費量に依存するようなケースを考えてみる。これは，最終期が内生的に決まることを意味しており，農耕社会に入って消費量が増えることによって，計画期間も延びることになり，かなり説得力のある設定である。食料摂取を増やすと，脂肪などが蓄積されて，寿命が延びるというような考え方である(3)。現在の消費を増やして計画期間を延ばすと，より先の将来の効用を得られるようになることに加え，将来の効用は確実に割り引かれるので，現在より多く消費する選択が望まれるようになるだろう。そのため，資本の蓄積と生産レベルは減少するが，計画期間が延びるため一生の効用レベルは上昇する。ただし，これも広い意味では有限問題の延長であり，結局，最終期に消費し尽くしてしまう。さらに，計画期間を内生的に無限に収束させるためには，各期の消費量はどれほど巨大になるのか想像もつかない。

３．可能性のあるモデル

3.1.　外生的割引率

新古典派無期限モデルにおいて，有望な方向性の１つは割引率である。割引率が高ければ，最適化の結果，消費は多く貯蓄が少なくなる傾向があり，低ければ，この逆になる。狩猟から農耕への移行期の経済では，割引率は一様に高いと想定できる。究極的には，狩猟経済において割引率が無限に高くなれば，毎期生産したものを全て消費することになる。木の実を採取し，野生動物を捕えること等により，各家族単位でその日暮らしの生活を営む。そして，農耕経済に入ると割引率が下がり，まだ高くても有限になれば，貯蓄が行われるようになり，資本が蓄積していくような設定である。

通常の新古典派の動学最適化問題（【P1】）では，割引率が高いほど，各期

の最適化された貯蓄量と資本量は減少する(4)。図２において，$\delta_1 > \delta_2 > \delta_3$のとき，それぞれの割引率に対応する政策関数を h_1，h_2，h_3と表すことにする。割引率δが上昇する（割引因子βが低下する）と，現在の消費を重視するようになるので，政策関数hは下方にシフトする。同様に，割引率が高いほど，定常状態は低くなる（$k_1^* < k_2^* < k_3^*$）。

この設定は一見非常に魅力的だが，大きな問題が未解決のままである。割引率が有限になっても，そのレベルが異様に高いままでは，貯蓄量は極端に低くなってしまう。つまり，図２において，導出される政策関数$h(k_t) = k_{t+1}$はかなり横軸に近づいたものになり，すぐに唯一の定常安定点（$k^* > 0$）に行き着いてしまう。そして，未来永劫，この状態に落ち込んだままになり，資本蓄積による経済発展は事実上不可能となる。もちろん，移行期には，このように非常に低い生産レベルで停滞する時期もあったかもしれないが，これでは，本格的な農耕経済への移行は困難である。したがって，代表的な個人による，外生的に割引率が決定するモデルではやはり移行期を説明できないのである。

それでは，2. 2. 節の後半部分のように，割引率に幅のある以外，全く同じ個

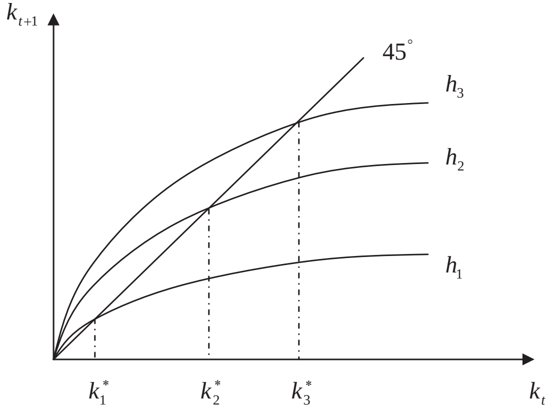

図２.

人によるモデルを考える。すると，良く知られている結果[(5)]として，割引率が一番低い人，つまり，一番忍耐強い人に全ての資本が集まってしまう。他の人は労働を提供してその対価をもらうとすれば，死に絶えることはないかもしれないが，かなり極端な結果となる。2.2.節と同様に，多数の個人の中で，相対的に忍耐強い人が最終的に適者として生存していくような過程を想定すれば，それなりに納得できるかもしれない。農耕経済が始まり，最初は各家計単で農耕していたが，時期が過ぎるにしたがって，資本レベルの差が明確となり，大きな資本をもつ人あるいは家計に徐々に生産が収斂されていく。そして，最終的に，割引率が最も高い人が領主となり，全ての資本を抑えて他の全員を労働者として雇用するようになる。

このシナリオはかなり現実的だが，１つの大きな疑問に行き着く。狩猟経済では皆の割引率が無限か無限に近いほど高く，農耕経済に入ると，急に割引率に幅ができ，それも，以前とは比べ物にならないほど，割引率の低い人が出てくるだろうか。つまり，狩猟経済では毎期の生存が脅かされているので，割引率は異様に高いだろうし，それも，全員の割引率が非常に高いはずである。それが，どうして農耕が始まると人々の割引率が下がり，かつ，その中でも際立って低い（忍耐強い）人が出現するのであろうか。

3.2.　内生的割引率

前節の疑問に答えるため，割引率が一定でなく変化するモデルを考えてみる。ここでは，内生的時間選好率（割引率）に関する既存の研究[(6)]を簡単に振り返ってみる。Uzawa（1968）は各期の消費量により，その期以降の割引率が内生的に変化するようなモデルを最初に考案した。初期の内生的割引率の研究において共通しているのは，「割引率は，消費の増加とともに上昇する（IMI：Increasing marginal impatience）」という仮定である。つまり，消費が増加していくと，現在の消費に対する選好が将来に比べ強くなるということで

ある。この仮定が適用された最大の理由は，利子率が一定の標準的な異時点間の最適化問題において，安定的な最適経路が導かれ，安定的で一意的な定常状態を得られるという利点があるからである（Epstein（1987）等）。

しかしながら，この仮定は通常の直感と真逆である。IMI のもとでは，人々は豊かになると，なぜか短気になり，忍耐強くなくなってしまう。一方，人々は豊かになれば余裕が生まれ，気長あるいは忍耐強くなり，割引率は逆に低くなるように予想されるのである。それでは，直感に合った「割引率は消費の増加とともに，下落する（DMI：Decreasing marginal impatience）」という仮定の下では，最適化問題(7)はどのようなものになるのだろうか。Das（2003）や Hirose and Ikeda（2008）で詳細に分析されおり，利子率を一定とした場合，定常状態が複数存在し，それらは安定的または不安定であることが分かっている。

ここで，内生的割引率に関する実証分析は，IMI，DMI のどちらを支持しているのだろうか。その前に，そもそも実証分析の多くは，内生的割引率モデルを支持しているのかという問題がある。例えば，Dunn and Singleton（1986），Hayashi（1985）等によれば，異時点間で独立した選好を仮定として課すことは，近似としてでさえも適切でないかもしれないということが報告されている。では，DMI と IMI のどちらが実証的に好ましいのかというと，実際の経済データで分析した Lawrance（1991），Samwick（1998）等によれば，DMI を支持しているらしい。とはいえ，この点に関しては，意見の相違が存在するようである。

DMI と IMI の違いに関わらず，これまでの研究では，割引率の限界的な変化量は各時点の消費量に対して逓減していく（つまり，二階微分が負の）仮定を採用している。ただし，この論文のように，狩猟から農耕への移行期を説明するモデルでは，割引率は徐々に減少して，ある一定レベルに収束するような設定が望ましい。そのためには，割引率の変化が逓減でなく，逓増する（つま

り，二階微分が正の）方が理想的である。ただし，内生的割引率を含めて，現在や将来の消費や資本量等により割引率が変化するモデルにおいて，このように変化率が逓増する割引率を採用することは容易ではない。通常の無期限最適化による手法では，唯一の最適解と最適動学経路の存在が保証されないためである。

3. 3.　準内生的割引率

この論文において最も直感に合う仮定として，割引率が DMI かつその変化率が逓増する設定を考えてみよう。そのような例[(8)]の１つとして，清水・高瀬（2008）にあるように，割引率が初期資本量（k_0）のみに依存する関数で表されるものとする。割引率は一旦決定するとそのまま永続するため，純粋に内生的でも外生的でもなく，その中間的な位置づけとなり，ここでは準内生的割引率と呼ぶことにする。よって，割引率関数（$\delta(k_0)$）は以下のように表される。

$$\delta(k_0) > 0 \text{ for } k_0 \in (0, \infty), \lim_{k_0 \to 0} \delta(k_0) = \infty, \text{ and } \lim_{k_0 \to \bar{k}} \delta(k_0) = \underline{\delta} \qquad [3]$$

$$\delta'(k_0) < 0 \text{ and } \delta''(k_0) > 0 \text{ for } k_0 \in (0, \bar{k}), \text{ and } \delta'(k_0) = 0 \text{ for } k_0 \in (\bar{k}, \infty) \qquad [4]$$

この割引率関数をグラフに表すと，図３にあるようなイメージになる。初期資本（k_0）が全くないときは，割引率は無限大になり，全て消費してしまい，貯蓄はゼロになる。k_0が少ない間は，k_0が増加するにしたがって，割引率が減少していき，それに伴って，消費は減り，貯蓄が増えていく。そして，k_0がある上限レベル（$\bar{k}$）に到達すると，割引率は下限（$\underline{\delta}$）にまで低下し，その後，k_0が増えても，割引率は変化せず一定となる。

初期資本量が上限より低い間は経済発展の黎明期と解釈でき，この論文では農耕経済に移行したばかりの時期と思われる。この時期において初期資本量が微量なとき，人々は自身の生存を未だ確定できず，将来に対する割引率は有限

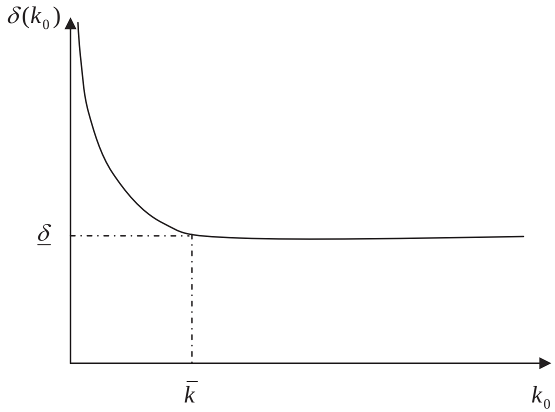

図３.

とはいえ，非常に高いと考えられる。その後，初期資本量が増加するに従って生産量が増加し，徐々に消費に余裕が生まれ，割引率は低下していく。やがて割引率は【P1】にあるような新古典派モデルの割引率に収束していく。

それでは，初期資本で割引率が永続的に決定する仮定の下で，この割引率関数に基づく最適化問題【P3】を以下のように表すことにする。

【P3】

$$\max_{\{c_t, k_{t+1}\}_{t=0}^{\infty}} U = \sum_{t=0}^{\infty} u(c_t)\exp[-\delta(k_0)t] \quad s.t. \quad c_t + k_{t+1} = f(k_t),\ k_0 > 0 : \text{given}$$

ここで，【P3】の最適経路はどのようなものになるのかを図４（作図の便宜上，$\bar{k}$ が想定よりかなり高く描かれていることに注意してほしい）で確認していこう。初期資本水準（k_0）が区間 $(0, \bar{k})$ の間で与えられるとき，最適経路は k_0に応じて１本ずつ決まることが分かる。ある k_0が与えられたとき，$\delta(k_0)$ が決定され，１つの政策関数（$h_{\delta(k_0)}$）が導出される。各 $h_{\delta(k_0)}$ は初期資本量が異なれば，重なったり，交わったりすることはなく，k_0が高いほど上に位置することになる。すると，第3. 1. 節の結果から明らかなように，k_0が高いほど，そ

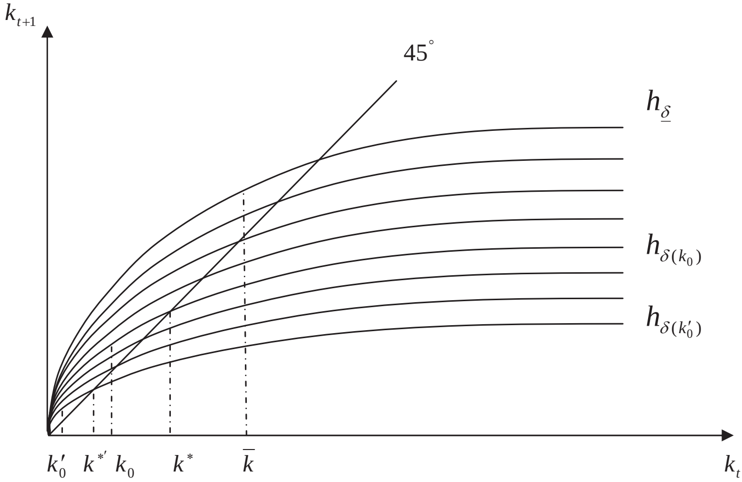

図4.

の唯一の定常状態も高くなる。例えば，図４において，$k'_0 < k_0$のとき，$h_{\delta(k_0)}$ は $h_{\delta(k'_0)}$ の上に位置し，$k^{*\prime} < k^*$ となる。

初期資本量（k_0）が上限（$\bar{k}$）以上になると，政策関数（$h_{\delta(k_0)}$）はさらに上に位置することはなく，同一の動学経路（$h_{\underline{\delta}}$）に収束し，新古典派の最適化問題【P1】の政策関数（図１の $h(k_t) = k_{t+1}$）に一致する。つまり，k_0が上限以上の経済は，農耕経済の発展段階をクリアしていることになり，他の進んだ経済と同じ政策関数のもと，最も高い定常状態を目指して成長することになる。

このように，初期資本による準内生的割引率を用いれば，移行期の経済を上手く説明できそうではあるが，未だ解決すべき大きな課題が残されている。つまり，外生的割引率の場合と同様に，初期資本が極端に少ない経済は，その経済成長も弱くかつ長続きせず，すぐに非常に低い定常状態に行き着いて，そこに永遠に留まってしまう。したがって，このままでは狩猟経済から農耕経済への段階的な移行はやはり実現できそうにないのである。

3.4. 最適化問題のタイミング

この論文の目的は，典型的な新古典派マクロモデルを基にしながらも，必要な変更を加えることにより，移行期の経済を説明するモデルを模索することである。ただし，Acemoglu and Robinson（2000）よる封建から民主主義社会への移行についての研究等でも明らかなように，社会制度の大きな歴史的・段階的変化には，各段階に応じた個人の最適化問題を設定する必要がある。よって，今回の試みでは，モデルの大きな枠組みの変更も視野に入れることにする。さらに，Grief（1994）にあるように社会制度の歴史的変遷に沿うような形で，理論と当時の現実との接近をかなり大胆に図る必要があろう。

これまでの議論にある程度の終止符を打つため，最適化問題のタイミングに注目する。移行期において生産規模が非常に低い間，具体的には，初期資本量（k_0）がある一定の上限（$\overline{k}$）より低いときは，個人は無期限先までの最適化問題【P3】を繰り返し解くことにするのである。

すなわち，図５（作図の便宜上，$\overline{k}$ が想定よりかなり高く描かれていることに注意してほしい）において，k_0が $\overline{k}$ より低いとき，[3] [4] 式にある割引率関数により，個人は$\delta(k_0)$を基に【P3】を解いて政策関数（$h_{\delta(k_0)}$）を導出し，消費（c_1）と貯蓄（s_1）を決定する。s_1が次期の資本（k_1）となり，$h_{\delta(k_0)}$ が増加関数のため，k_1はk_0より大きくなる。k_1が $\overline{k}$ より低いと，同じ割引率関数により，個人は$\delta(k_1)$を基に【P3】を解いて新たな政策関数（$h_{\delta(k_1)}$）を導出し，消費（c_2）と貯蓄（s_2）を決定する。$\delta(k_1)$は$\delta(k_0)$より低くなるため，$h_{\delta(k_1)}$ は $h_{\delta(k_0)}$ より上方にシフトする。s_2がk_2となり，$h_{\delta(k_1)}$ が増加関数のため，k_2はk_1より大きくなる。資本（k_t）が $\overline{k}$ より低い間，この過程が毎期繰り返され，k_t が $\overline{k}$ 以上になると，$\delta(k_t)$ が $\underline{\delta}$ に収束し，$h_{\delta(k_t)}$ は $h_{\underline{\delta}}$ より上にシフトしなくなる。

狩猟経済から農耕経済への移行期では，資本もほとんど蓄積されておらず，生産量は非常に低く，人々は期を跨いでの生存が全く確信できない状況であったと思われる。したがって，非常に高い割引率を基に無期限問題を解いてはい

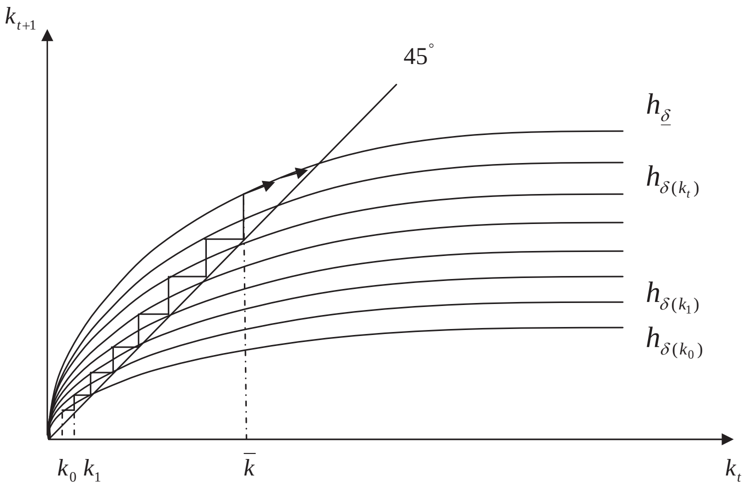

図５.

るものの，実際に次の期を迎えられたとき，人々は初めて生き延びたことを自覚する。そして，新たな資本蓄積の結果，増加した生産量に応じて，低下した割引率を基に改めて無期限問題を解き直すのである。最終的には，資本蓄積が充分進み，無期限問題を解き直す必要がなくなり，移行は完了する。

この解釈は明らかにご都合主義的ではある。ただし，日々の生存が脅かされているような状況では，次の期まで何とか生き延びた個人は，あたかも生まれ変わった直後のように，最適化も含め過去の情報は全てリセットして，再度最適化を解くというように解釈すれば，それなりに許容されるかもしれない。また，完全競争におけるプライステイカーのように，同一の個人が無数存在して，そのような個人は自分自身を微小で無力であると信じている状況を想定する。その上で，個人は社会全体の最適化の決定には従わなければならないという，かなり強引な仮定を置けば，もちろん大丈夫だろう。

しかしながら，これでも，時間的整合性（time consistency）「無限を含め，どの未来の先から逆算しても，同一の動学経路でいかなる初期状態までも行き

着くこと」の達成は不可能である。つまり，この設定では，過去のどのような初期資本からでも将来への動学は予測できるが，一旦過ぎ去った過去へは完全には遡れないのである。この設定では，現在の資本（k_t）がある値（$\overline{k}$）より大きい場合は，同一の動学経路（$h_{\underline{\delta}}$）を経て $\overline{k}$ まで遡ることができるが，それ以前へは簡単には戻れないのである。

４．ディスカッション

4.1.　最適化問題のタイミングの再考

毎期最適化問題を解く代わりに，定常状態に着くたびに解き直すという方法もある。図６（作図の便宜上，$\overline{k}$ が想定よりかなり高く描かれていることに注意してほしい）において，資本量（k_t）が微小で，割引率（$\delta(k_t)$）が極めて高いときは，動学経路（$h_{\delta(k_t)}$）は横軸に張り付くように位置する。そして，すぐに最適化問題を解き直すことはせずに暫く $h_{\delta(k_t)}$ に従うと，すぐに低い定常状態（k_0^*）に行き着く。k_0^* に入った後で，改定されたより低い割引率（$\delta(k_0^*)$）を基に最適化問題【P3】を解き直すのである。このように，定常状態に入るたびに【P3】を解き直す過程を経て，徐々に動学経路が上にシフトし，生産規模が拡大し，定常状態へ成長する時間も延長していく。最終的に，割引率は下限（$\underline{\delta}$）に収束し，$h_{\delta(k_t)}$ は新古典派の経路と一致するようになる。

毎期最適化問題を解き直すより，定常状態に入る度に解き直す方が現実的かもしれない。例えば，生産規模が非常に低い状態で，ある定常状態に行き着いたとする。すると，人々は暫くこの定常状態に留まることも十分考えられる。過去には小規模とはいえ，ある程度の経済成長を経験しながら，この定常状態に到達したので，あえて最適化問題を解き直す必要性をすぐには感じないかもしれないからである。しかし，このままでは永遠に未だ低い生産量に我慢しなければならないので，新たに将来を計画するようになるかもしれない。そして，人々は現実を受け入れ，生産拡大のために，現状に合う形で割引率を改定して，

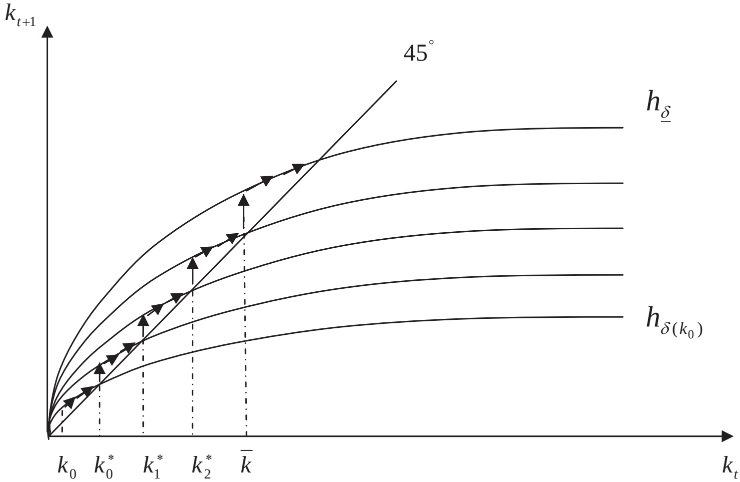

図６.

改めて最適化問題を解き直す。このような想定は自然のように思われるが，定常状態に留まる期間が不確定なため，時間的整合性の達成は更に困難になる。

4.2.　社会的資本

最適化問題を毎期あるいは定常状態に解き直すにしても，懸念されるのは，全体で１単位存在するはずの，無数の代表的個人たち全員が果たして，新たな最適化問題の解を受け入れるのかということであろう。特に，毎期解き直す場合，何とか次の期まで生き延びた後で，新たに解き直してみると，前回の最適化の解より，現在の消費が減り，貯蓄が増えることになる。資本量が少しでも高くなると，割引率が下がり，将来の消費がより望ましくなり，貯蓄が増えるためである。しかしながら，実際，生存が脅かされている状況で，現在の消費を減らす選択を人々は果たして取れるのだろうか。

前節のように，人々が低レベルの定常状態に留まることを止めて，生産拡大を求めて改めて最適化問題を解き直す場合，解き直しの回数自体が減るため，

当然，実効性が高いと思われる。それ以上に，人々がある程度の期間，定常状態に落ち着くことで，現状の認識と将来の計画が社会全体に浸透するようになり，最適化問題の改定がより容易になるかもしれない。その際，有効と思われる概念が，社会的資本(9)の考え方である。

社会的資本とは個人が共同体において経済活動を営む際に，協力して働くことにより高い生産が期待される場合に，そのような協業を可能にするような，信頼関係のようなものをいう。各個人はある意味努力費用を支払うことにより，このような信頼関係を培いかつ維持できるので，これを投資と解釈して，その対象を社会的資本と呼ぶのである。Putnam（1993）は投資による物質資本と教育による人的資本に，三番目の資本として社会的資本を加えて，経済成長の主要な要因として提言した。社会的資本は，このような信頼関係を基に社会的慣習や制度，さらには，法や政府による公的な決定を順守する態度等にまで拡大されるようになった。

個人や家族単位の生活を前提とした社会から，村落のような共同体の生活を前提とした社会への移行期では，生産規模の拡大は集団的な協業によるものが大きいように思われる。そして，その協業を可能にするのが，個人間の信頼関係の強化，つまり，社会的資本の拡大であろう。各個人が新たに最適化問題を解いたとき，現在の消費が減っても，将来の消費が増える選択をするのは，この社会的資本に対する投資という側面から説明できるかもしれない。

生産規模が拡大して割引率が下がるとき，遠く先の将来まで入れると，合理的には現在の消費を抑えた方が良い。ただし，それは，さらなる協業が前提となる話である。つまり，少なくとも来期以降は，信頼関係がより強固になっていなければならないのである。ある個人のみが，新たな最適化に従わず，より多く消費する場合，仲間に対する裏切りとなり，逆に協業から排除されてしまうかもしれない。すると，その人の所得は生存レベル以下に落ち込んでしまうかもしれないし，皆が同じことをすれば，生産拡大自体が不可能になってしま

う。

経済が低い定常状態に留まっているとき，共同体全体として，アップデートされた割引率のもと最適化問題を解いた結果，全体としての合理的な基準として，現在の解に従い，消費を減らす決定が下されたとする。その場合，合理的個人はその解を予測しており，信頼関係から他の個人も同じ行動を取るという前提で，その決定に従うとも解釈できる。社会的資本の拡大は，資本レベルが上限に到達するまで継続する。上限に達してしまうと，そのような協業関係は現状維持され，社会的資本も現状のまま維持されていくと考えられる。

このような移行期では，最適化問題を解き直す過程を通じて，共同体における社会的資本が拡大して，協業がさらに促進され，生産規模拡大のスピードが増していくことになる。集団からの排除は命を危うくするので，個人は共同体の決定に毎回従い，協力関係を強固にし，協業に従うことになる。個人が合理的でなく，共同体の決定に盲目的に従うとしても，同じ結果になる。つまり，共同体が生産増強のため社会的資本を拡大する時期にある場合，集団から排除されることを怖れる個人は，共同体の命令には絶対服従するはずである。

結果として，割引率（$\delta(k_t)$）は社会的資本の逆数と捉えることができるかもしれない。社会的資本が増すと，生産拡大を含む将来への確信が増し，将来の消費をより大きく評価できるようになる。つまり，割引率がアップデートする過程は，社会的資本が増加する過程と一致している。そして，農耕社会がある一定レベルまで発展すると，その社会的資本の増加は停止し，それ以降，そのレベルが保たれることになる。

5．おわりに

マクロ経済学がミクロ経済学的な基盤の上に新古典派動学理論として発展し，その後，内生的成長理論等として進化した。それ以来この20年程の間に，マクロ動学モデルは理論的にも驚くほど精緻化され，応用の面からも，爆発的

な計算力の上昇により，過去ではほとんど試みられなかった高度なシミュレーションや計量分析が汎用されるようになった。

このような時代においても，マクロ経済学の研究分野として手を付けられていない領域が少なからず存在しているようである。特に，人類が共通して経験してきたであろう，太古の社会の経済についてのマクロ経済学研究は，我々の知りうる限り，ほとんど存在していないようである。そのような昔の話をしてどうするのかという直接的批判はあえて甘受するにしても，2000年は優に超える人類の歴史のなかで，現代の経済学理論の対象が，長く見積もっても最近500年程度というのは，哲学や数学等の他の学術分野と比較して，あまりに短すぎるのではないだろうか。

そこで，本論文では，最も標準的なマクロ動学モデルの代表として，新古典派マクロ動学モデルを応用して，人類の黎明期である狩猟経済から農耕経済への移行期の説明を試みた。この離散時間における無期限動学最適化モデルを基準として，最初は，一見最も単純な方法である計画期間の有限化を議論したが，結局，移行期の経済を説明することはできなかった。次に，生産規模に応じて外生的および内生的に変化するような割引率の可能性を模索したが，個人に与えられた最適化問題は１度のみであるという暗黙の前提条件もあり，説明するまでには至らなかった。

このような移行期では，個人は現在の生存のため毎日生活するのに必死であり，将来の自身の生存すら確信していないと思われる。したがって，本論文では，個人は自身の生存を確認した上で，無期限最適化問題を何度も解き直すという，かなり大胆な発想の転換を行った。時間的整合性が完全に満たされないという大きな欠点を伴ってはいるものの，辛うじて一つの説明の方向性は示すことができた。さらに，最適化を社会全体の問題として捉えることにより，個人は協業による生産拡大を実現するため，社会的資本に投資する意味で，現在の少ない消費を受け入れ，将来に向かって貯蓄したかもしれないという推測も

可能となった。

当然ながら，今後に残された課題は多い。最初に，理論的に精緻化を着実に進めることは必然であろう。そのようにして，大きな理論的な穴を確実に埋めながら，シミュレーション等の応用分析も用いることにより，人類社会黎明期の課題に接近していきたい。他の優秀な研究者も参入することにより，人類社会の進化の過程が明らかになり，考古経済学と呼ばれるような分野が確立され，その果実が現在の経済社会問題の分析に生かされるようになれば幸いである。

注＊　鈴木宏昌先生には，この論文を執筆する機会を与えてくださったこと，そして何より，これまで長年にわたる早稲田大学と商学部に対する多大なご貢献に対して，厚く御礼申し上げます。

†　早稲田大学大学院商学研究科博士課程　Email: h.shimizu@fuji.waseda.jp

‡　早稲田大学商学部　Email: ktakase@waseda.jp

(1)　$\beta \equiv exp(-\delta)$ とすると，$\delta > 0$に対して β が割引因子となる。通常，離散時間の問題においては，時間選好率 ρ を用いて $\beta \equiv 1/(1+\rho)$ として定義するのが一般的であるが，本論文は割引率 δ に注目したいため，exponential の形を使うことにする。

(2)　もちろん，Barro（1974）のように自分の子孫に対する利他的な動機がある場合，各世代の計画期間が有限（通常は２）である重複世代モデルも，結果として無限期最適化問題と等しい動学経路を生みだすことは良く知られている。第１に，この論文ではベースとなるモデルを無期限の新古典派マクロモデルとしているので，重複世代モデルは今回対象としない。第２に，自身の生存が脅かされているときに，個人は果たしてどれくらい利他的なのかが疑問である。つまり，狩猟から農耕社会への移行期に，利他的な動機の妥当性が明確でないのである。

(3)　Blanchard（1985）は重複世代モデルの１世代当たりの年数を寿命と解釈したモデルを考案した。この論文は Glomm and Palumbo（1993）と同様，死亡確率が消費量に従って減少するような設定から，栄養資本的な側面から経済成長を説明することに成功した珍しい例である。

(4)　清水・高瀬（2008）の【命題３】からも，割引率が高いと政策関数が下にシフトすることを示すことができる。そして，同じ論文の【補題１】により，割引率が高いと定常状態が低くなることが証明できる。

(5)　固定的な割引率を仮定すると，時間に加法分離的な効用関数（time additively separable utility function）となる。さらに，固定的な利子率を仮定した際，消費者は無限に貯蓄するか無限に借入するという通常では考えられない行動をとってしまう。利子率と時間選好率がちょうど等しいときのみこの状況は避けられる。また，割引率の異なる家計が多数存在する経済を考えた場合，長期的には，最も低い割引率の家計（the most patient household）が経済の全資本を有し，その他の家計は労働所得が借入のため消え，何も消費しないという状況が生じてしまう。

(6)　内生的割引率もしくは時間選好率の研究は，注５の問題を解決する目的で生まれ，以前から数多くの議論がなされてきた。内生的割引率を用いて分析された消費・貯蓄理論，資本蓄積理論で有名なのが Uzawa（1968）であり，その後，Epstein（1987），Epstein and Hynes（1983），Lucas and Stokey（1984），Obstfeld（1990）などによって，より拡張され詳細に分析されてきた。

(7) DMI の場合，ある消費量を超えると割引率が負になるため，横断条件を満たすことができず，解が存在しなくなる。この上限の消費量以下においては，上位と下位の定常状態が存在し，初期資本量が低すぎると経済は収縮し最後には消滅してしまう結果となる。

(8) 我々の知り得る限り，DMI かつ変化率が逓増する割引率で，最適化問題の解が十分保証されているのはこの例のみである。事実，この設定をほんの少しだけ拡張して，割引率（δ）が初期資本（k_0）と第１期の資本量（k_1）の関数としただけでも，最適解の一意性は保証されなくなってしまう。詳しくは清水・高瀬（2008）を参照せよ。

(8) 経済学において，社会的資本の概念は非常に広範囲に応用されるようになった。例えば，Ishise and Sawada（2009）はマクロ成長会計モデルに社会的資本を導入して，パネルデータ分析によりその有効性を実証した。しかし，社会的資本の定義が研究者によって曖昧になったこともあり，最近 Hayami（2009）は詳細なサーベイと明確かつ厳密な議論により，経済学における社会的資本の共通の定義や位置づけを提唱した。

【参考文献】

Acemoglu, D. and J. A. Robinson (2000), “Why did the West Extend the Franchise? Democracy, Inequality, and Growth in Historical Perspective,” Quarterly Journal of Economics, Vol. 115, 1167-1199.

Barro, R. J. (1974), “Are Government Bonds Net Wealth?” Journal of Political Economy Vol. 82, 1095-1117.

Blanchard, O. J. (1985), “Debt, Deficits, and Finite Horizon,” Journal of Political Economy, Vol. 93, 223-247

Dunn, K. B. and K. J. Singleton (1986), “Modeling the Term Structure of Interest Rates Undernon-separable Utility and Durability of Goods,” Journal of Financial Economics, Vol. 17, 27-55.

Das, M. (2003), “Optimal Growth with Decreasing Marginal Impatience,” Journal of Economic Dynamics and Control, Vol. 27, 1881-1898.

Epstein, L. G. (1983), “Stationary Cardinal Utility and Optimal Growth under Uncertainty,”

Journal of Economic Theory, Vol. 31, 133-152.

Epstein, L. G. (1987), “A Simple Dynamic General Equilibrium Model,” Journal of Economic Theory, Vol. 41, 68-95.

Epstein, L. G. and J. A. Hynes (1983), “The Rate of Time Preference and Dynamic Economic Analysis,” Journal of Political Economy, Vol. 91, 611-625.

Glomm, G. and Palumbo, M. G. (1993), “Optimal Intertemporal Consumption decisions under the Threat of Starvation,” Journal of Development Economics, Vol. 42, 271-291.

Grief, A. (1994), “Cultural Beliefs and the Organization of Society: A Historical and Theoretical Reflections on Collectivist and Individualist Societies,” Journal of Political Economy, Vol. 102, 912-950.

Hayami, Y. (2009), “Social Capital, Human Capital and the Community Mechanism: Toward a Conceptual Framework for Economists,” Journal of Development Studies, Vol. 45, 98-123.

Hayashi, F. (1985), “The Permanent Income Hypothesis and Consumption Durability: Analysis based on Japanese Panel Data”, Quarterly Journal of Economics, Vol. 100, 1083-1113.

Hirose, K. and S. Ikeda (2008), “On Decreasing Marginal Impatience”, Japanese Economic Review, Vol. 59, 259-274.

Ishise, H. and Y. Sawada (2009), “Aggregate Returns to Social Capital: Estimates based on the Augmented Augmented-Solow Model,” Journal of Macroeconomics, Vol. 31, 376-393.

Lawrance, E. C. (1991), "Poverty and the Rate of Time Preference: Evidence from panel data," Journal of Political Economy, Vol. 99, 54-74.

Lucas, R. and N. Stokey (1984), "Optimal Growth with Many Consumers," Journal of Economic Theory, Vol. 32, 139-171.

Obstfeld, M. (1990), "Intertemporal Dependence, Impatience, and Dynamics," Journal of Monetary Economics, Vol. 26, 45-76.

Putnam, R. D. (1993), "Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy," Princeton University Press.

Samwick, A. A. (1998), "Discount Rate Heterogeneity and Social Security Reform," Journal of Development Economics, Vol. 57, 117-146.

清水弘幸・高瀬浩一（2008），「超低資本状態と準内生的割引率の動学分析」，早稲田大学産業経営研究所，ワーキングペーパー，No. 2008-002

Stokey, N. and R. E. Lucas, Jr., with E. Prescott (1989), "Recursive Methods in Economic Dynamics," Harvard University Press.

Uzawa, H. (1968), "Time Preference, the Consumption Function, and the Optimum Asset Holdings," In J.N. Wolfe (ed.), Value, Capital and Growth: Papers in Honor of Sir John Hicks, University of Edinburgh Press.